

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



CONFÉDÉRATION SUISSE

BUREAU FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Classification :

80 b, 23/10

21 h, 20/01

Int. Cl. :

C 04 b 37/02

H 05 b

Numéro de la demande :

8292/62

Date de dépôt :

10 juillet 1962, 17 ¹/₄ h.

Brevet délivré le

30 juin 1966

Exposé d'invention publié le 31 janvier 1967

R

BREVET PRINCIPAL

The British Aluminium Company Limited, Londres (Grande-Bretagne)

**Procédé pour assembler un métal conducteur de l'électricité
avec un élément fait d'une substance dure réfractaire
et assemblage obtenu par ce procédé**

Leslie Titus, Campbell (Cal., USA), est mentionné comme étant l'inventeur

La présente invention comprend un procédé pour assembler un métal conducteur de l'électricité avec un élément fait d'une substance dure réfractaire et un assemblage obtenu par ce procédé.

5 Les éléments faits d'une substance réfractaire dure sont d'un usage de plus en plus répandu comme éléments conducteurs de courant, par exemple les cathodes employées dans les cuves de réduction pour l'aluminium. Pour utiliser des éléments ou des barres
10 faits d'une substance dure réfractaire comme éléments conducteurs de courant dans les cuves de réduction de l'aluminium, on peut utiliser une coiffe métallique ou un autre dispositif d'assemblage de façon qu'il soit possible d'assembler ces éléments au
15 système de barres omnibus. La coiffe peut être assemblée à la pièce faite d'une substance dure réfractaire par un joint qui est caractérisé par sa faible résistance électrique et sa grande force.

On a déjà proposé différents procédés pour coiffer un élément fait d'une substance dure réfractaire avec un métal conducteur de l'électricité, tel que l'aluminium.

25 Dans la pratique les procédés connus ne présentent pas une sécurité satisfaisante en ce qui concerne un assemblage complet entre le métal bon conducteur et la barre réfractaire et la destruction de ces coiffes, en service, est exceptionnellement fréquente. Les joints en coiffe faits par les procédés connus donnent bien souvent un assemblage incomplet ou inexistant ou bien fournissent des assemblages qui sont
30 mécaniquement très faibles et possèdent une conductivité électrique relativement faible. Les éléments de substance dure réfractaire ainsi coiffés qui ont mon-

tré un très mauvais fonctionnement sont caractérisés métallographiquement aux faces en présence du joint 35 par une formation exagérée de composés intermétalliques et par la ségrégation des composés intermétalliques aux joints de grain, ce qui entraîne de la fragilité. Ces caractéristiques ont une grande influence sur les joints et entraînent des ruptures excessives 40 des coiffes ; cela à son tour entraîne de fréquentes périodes d'arrêt et un manque à produire indésirable dans les cuves de réduction de l'aluminium.

Un but de la présente invention est de fournir un procédé permettant d'obtenir un joint entre un 45 élément fait d'une substance dure réfractaire et un métal bon conducteur d'électricité, par exemple l'aluminium, le cuivre ou le fer, ledit joint présentant des caractéristiques métalliques et électriques supérieures.

Le procédé que comprend la présente invention 50 est caractérisé en ce que l'on met en contact au moins une partie de l'élément avec le métal conducteur en fusion à une température suffisante pour garantir un mouillage très sensiblement complet de cette partie de l'élément par le métal en fusion. 55

L'aluminium, le cuivre ou le fer peut contenir d'autres éléments qui n'ont pas d'effets nuisibles sur le joint de la coiffe avec la barre et peuvent être utilisés dans les cuves de réduction de l'aluminium.

L'élément constitué par la substance dure réfractaire utilisé pour les cathodes possède une faible résistivité électrique, une faible solubilité dans l'aluminium en fusion et dans l'électrolyte en fusion dans les conditions de fonctionnement de la cuve ainsi qu'une 60 bonne stabilité dans les conditions qui se présentent à la cathode de cette cuve. La substance dure réfrac-

taire peut être un carbure ou un borure de titane, de tantale, de niobium ou de zirconium ou des mélanges de ces différents corps, avec ou sans additions. On a constaté que ces matériaux présentent toutes les propriétés mentionnées plus haut ou très sensiblement toutes ces propriétés.

On a constaté que quand le métal bon conducteur de l'électricité en fusion est fondu sur la barre de substance dure réfractaire, sans l'emploi d'un flux, à des températures élevées au-dessus d'une température critique minima, la consistance et la qualité du mouillage ainsi que l'assemblage intermétallique entre la coiffe en métal et l'élément réfractaire sont grandement accrus : on obtient ainsi un joint en coiffe qui est capable de travailler pendant toute la durée de l'existence de la cathode en substance réfractaire.

Le dessin annexé représente un appareil pour une mise en œuvre, illustrée à titre d'exemple, du procédé objet de l'invention, ainsi que des formes d'exécution, représentées également à titre d'exemple, de l'assemblage obtenu par cette mise en œuvre :

la fig. 1 est une coupe de cet appareil ;

la fig. 2 est une vue en perspective d'une première forme d'exécution de l'assemblage ;

la fig. 3 est une vue en perspective partiellement en coupe d'une seconde forme d'exécution ;

la fig. 4 est une coupe d'une troisième forme d'exécution, et

la fig. 5 est une microphotographie d'une coupe à travers les faces en regard d'une de ces formes d'exécution.

La fig. 1 représente un four pour la formation d'une coiffe à chaud et qui comprend des connexions pour barres omnibus faites d'aluminium refroidi par l'eau qui sont électriquement reliées à des bornes en graphite 3. Ces bornes en graphite 3 sont réunies par un joint conique à 3° à un tube vertical de chauffage 1 au milieu duquel l'épaisseur de la paroi est réduite de façon à concentrer la zone de chauffage. Dans ce tube de chauffage de graphite 1 est installé un moule en graphite 9 pour la formation d'une coiffe, qui contient une barre 11 faite d'une substance dure réfractaire qui doit recevoir la coiffe. Un milieu isolant fait de noir de fumée entoure le tube de chauffage 1 et est lui-même contenu dans un tambour en acier 4. De l'alumine pulvérulente 6 est employée pour isoler l'extrémité inférieure du four. Un instrument 8 contenant un couple thermo-électrique PT/PT 13 % Rh est introduit dans le four dans le tube de chauffage pour permettre de régler la température pendant le fonctionnement et de la maintenir toujours au moins à la température minima nécessaire. Un tube d'observation 7 peut être utilisé, comme cela est représenté, pour la surveillance. Un couvercle en graphite amovible 12 est utilisé pour fermer le tube de chauffage pendant le chauffage. Un lent balayage avec de l'argon est effectué pendant le fonctionnement par le tube 10 de façon à protéger le four. Quand la température voulue a été atteinte, le

courant est coupé et le four peut se refroidir. Quand il s'est refroidi à une température appropriée, supérieure au point de solidification du métal, par exemple à 800° C, le moule est enlevé de ce four à faire la coiffe et est installé dans un four de refroidissement qui n'est pas représenté.

Le four de refroidissement est un four à résistance en alliage nickel chrome de forme cylindrique qui entoure la partie supérieure du moule contenant le métal en fusion. Sa température est amenée à environ 800° C au moment où le moule y est introduit puis le courant est supprimé. La partie inférieure du moule pour faire la coiffe est entourée par une conduite en fer qui forme un manchon d'air permettant un refroidissement rapide mais non instantané. Ainsi, avec le refroidissement retardé du haut du moule et le refroidissement relativement rapide du bas de celui-ci on obtient une fonte en coquille présentant le minimum de « défaut » dans le métal.

La fig. 2 représente un élément 11 en substance dure réfractaire associé à une coiffe métallique 13, la surface en coupe transversale de la coiffe étant sensiblement la même que celle de l'élément 11.

Dans la fig. 3 on a représenté un élément 11 en substance dure réfractaire associé à une coiffe métallique 14, cette coiffe métallique formant un manchon protecteur sur l'extrémité de l'élément 11. La surface en coupe transversale de la pièce 14 est plus grande que celle de l'élément 11 et elle peut être formée en employant un moule ayant la surface en coupe transversale intérieure voulue par rapport à la surface en coupe transversale de l'élément.

La température de la coiffe métallique au moment de la fusion doit être réglée dans des limites relativement étroites et est une valeur essentielle pour obtenir un résultat satisfaisant. Ces températures critiques varient suivant le métal employé pour la coiffe. Par exemple lorsque l'on a employé de l'aluminium, on a constaté qu'aux températures inférieures à 1300° C, le mouillage de la barre en métal dur réfractaire n'était pas complet dans les conditions habituelles de fonctionnement et même qu'aux températures inférieures à 1200° C il ne se produisait pratiquement aucun mouillage. Aux températures supérieures à 1500° C, l'aluminium réagit avec la matière du moule en graphite. Dans l'intervalle compris entre 1200° C et 1500° C, et en particulier entre 1300° C et 1500° C, la certitude d'un mouillage complet est très élevée bien que, ainsi qu'on l'a indiqué plus haut, on puisse obtenir quelque liaison à une température plus basse, au-dessus de 1200° en faisant usage de périodes de chauffage plus longues. Néanmoins pour obtenir un mouillage relativement rapide et très sensiblement complet, on doit utiliser des températures comprises au-dessus de 1300° C. A 1250° C, le joint est assez solide mais le mouillage s'effectue par taches. On doit noter également que la limite supérieure de la température est commandée par la matière du moule et que cette température supérieure doit être

telle qu'il ne se produira aucune réaction importante entre le moule et le métal de la coiffe en fusion.

Les exemples suivants sont donnés pour illustrer le procédé et montrer que les produits obtenus grâce à ce procédé constituent un perfectionnement important par rapport aux produits connus et ont une grande importance dans l'industrie.

Exemple 1

Une barre en substance dure réfractaire, faite de diborure de titane (TiB_2), ayant 7,62 cm de diamètre, est installée dans le moule pour faire la coiffe et le moule est alors placé dans un four semblable à celui représenté à la fig. 1. De petites pièces d'aluminium (ou un lingot fondu à l'avance) suffisantes pour former une coiffe ayant une épaisseur de 2,54 cm au-dessus de la barre sont placées dans le moule autour et au-dessus de l'extrémité de cette barre. Le four est fermé à l'aide du couvercle en graphite et un lent balayage avec de l'argon est commencé en passant par le tube 10. Le courant est envoyé dans l'appareil pour faire monter la température jusqu'à une valeur comprise entre 1400° C et 1450° C, mesurée par un couple thermo-électrique PT/PT/ 13 % Rh, en 70 à 80 minutes. Quand la température maximum est atteinte, à 1450° C le courant est coupé et le four commence à se refroidir : quand sa température est descendue à 800° C, le moule est enlevé et installé dans le four de refroidissement.

L'examen micrographique des faces en regard préparées avec des barres dont les coiffes avaient montré une défaillance, ont fait apparaître un précipité intergranulaire de $TiAl_3$ qui apparaît dans l'aluminium à environ 1 mm de la face intermédiaire. Ce précipité rend l'aluminium fragile et entraîne une rupture à des températures plus élevées quand une force est appliquée sur le joint. La majorité des ruptures de coiffe ont fait voir des déchirures dans l'aluminium. Quand l'opération de formation de la coiffe est effectuée à des températures comprises entre 1300 et 1500°, conformément au procédé décrit, des précipités secondaires d'un type différent apparaissent sous la forme représentée à la fig. 5. Ceci arrive parce que le développement des précipités cristallites peut se produire pendant une période étendue avant la solidification. L'orientation au hasard que ces cristallites prennent sur les faces en regard est due à la pesanteur. On a constaté en plus qu'une très faible précipitation de $TiAl_3$ aux joints de grain dans les coiffes faites à température élevée et en conséquence la tendance aux déchirures à chaud est fortement réduite et même complètement éliminée. Dans les coiffes fondues à température élevée, les composés intermétalliques présentés ont la forme de cristallites angulaires bien formés, certains d'entre eux ayant plus de 50 microns de longueur.

L'aluminium utilisé pour coiffer des barres de substance dure réfractaire comprend un aluminium de pureté élevée et des alliages d'aluminium dans lesquels le pourcentage d'aluminium est de 99 % en

poids, et même mieux ; on peut citer l'alliage 1100 dans lequel la teneur minima en aluminium est de 99 % en poids, l'alliage E. C. (conducteur électrique) dans lequel la teneur en aluminium minima est de 99,45 % en poids et l'aluminium de très grande pureté à 99,99 % en poids.

Exemple 2

Une barre de substance dure réfractaire fait de borure de titane avec une faible teneur de carbure de titane est coiffée avec de l'aluminium de très grande pureté (99,99 %) à 1310° C. La barre coiffée est examinée et on constate que le mouillage du métal dur réfractaire est très satisfaisant.

Exemple 3

Une autre substance dure réfractaire, en barre, faite d'une haute teneur de borure de titane, est coiffée avec de l'aluminium de pureté élevée, comme dans les exemples 1 et 2, mais à une température maximum de 1200° C. L'examen final a prouvé que le mouillage est très faible sur les côtés et à peu près inexistant sur le sommet.

Exemples 4 à 7

Des barres de cuivre, de teneur E. C. sont coiffées comme dans l'exemple 1, l'une à une température maximum de 1600° C, deux à 1660° C, et une à 1850° C. A 1600° C, il n'y a aucun mouillage à la barre. A 1660° C, il y a dans un cas environ 20 % de mouillage mais très peu dans l'autre cas. A 1850°, le mouillage est complet et l'on obtient un excellent joint en coiffe. Les autres joints en coiffe n'étaient pas sûrs et les coiffes et les barres se sont séparées. Les barres coiffées à des températures comprises entre 1650 et 1900° C possèdent de bonnes liaisons.

Exemple 8

Une autre barre est coiffée avec du cuivre de teneur E. C. à une température maximum de 1855° C. La durée du chauffage est de 1 h. 54 mn. Le four est balayé avec de l'argon comme d'ordinaire mais de plus, de l'hydrogène est amené à barboter dans le cuivre en fusion jusqu'à ce que celui-ci commence à se solidifier. Le joint est examiné et l'on constate qu'il est très sain. La barre ainsi coiffée est employée ensuite dans une cuve de réduction de l'aluminium.

Deux coiffes sont faites avec du fer. A 1890° C, le fer réagit fortement avec le carbone du moule, carbonisant tout le fer pour former une masse fragile. Le fer réagit également avec la barre au point de réduire le diamètre de l'extrémité de cette barre d'environ 1,27 cm. Une seconde coiffe de fer est effectuée à 1576° C de température maximum, la réaction avec le carbone est fortement réduite et la barre est complètement mouillée ; un joint sain est obtenu. Bien qu'il soit possible de faire des coiffes dans des moules en carbone, il est préférable que des moules réfractaires non réactifs soient utilisés lorsque l'on veut coiffer du fer ; on peut prendre ainsi de l'alumine fondue, des ciments à base d'alumine, etc.

Bien que ces deux exemples soient relatifs à du fer, il est possible d'utiliser également d'une façon effective des alliages de fer et des aciers.

Exemple 11

Une petite barre, contenant 26 % de TiC et le reste de TiB₂, est placée verticalement entre des boucliers d'alumine dans un four à induction de haute fréquence. Une petite pièce d'une tige de fer, à faible teneur de carbone, ayant 6,4 mm de diamètre et 6,4 mm de longueur est placée sur l'extrémité plate supérieure de la barre. L'air contenu dans l'appareil est évacué, l'appareil est balayé avec de l'argon pur et la barre ainsi que la tige de fer sont chauffées jusqu'à une température supérieure au point de fusion du fer, vers 1575° C ± 25° C. La barre avec sa coiffe peut ensuite se refroidir à la température de la pièce en une heure environ. La barre avec sa coiffe est examinée et l'on constate que le fer est bien réuni à la barre. Le joint de la coiffe et de la barre est examiné au point de vue de sa résistance et une force lui est appliquée. La rupture se produit dans la barre et non pas à l'interface, montrant ainsi que le mouillage avait été bien réussi et que la coiffe était en excellent état.

Comme on l'a indiqué dans les exemples précédents, un élément de substance dure réfractaire fait de baborure de titane (TiB₂) avec des additions de carbure de titane (TiC) allant de 10 à 40 % peut être assemblé avec des coiffes d'aluminium, de cuivre, de fer et d'acier, de la façon qui a été décrite dans les exemples précédents. Dans tous les cas, les joints possèdent une résistance mécanique supérieure et une excellente conductivité électrique.

Dans les conditions qui règnent dans les cuves de réduction pour l'aluminium, les coiffes produites conformément au procédé décrit se comportent d'une façon excellente. Il ne se produit aucune défaillance qui aurait été due à une détérioration de la qualité du joint du métal avec substance dure réfractaire. Les seuls fonctionnements défectueux qui se sont produits ont été ceux de coiffes en aluminium et étaient dus à des circonstances anormales dans lesquelles des températures très élevées du bain et des courants très forts passant dans les barres du métal dur réfractaire ont produit la fusion des coiffes métalliques. On a montré, dans la table 1 qui suit, le fonctionnement de certaines de ces coiffes, à haute température, depuis le début de ce fonctionnement. La durée du service à haute température de ces coiffes a été indiquée à titre d'exemple. Dans la pratique, il n'y a eu aucune défaillance de coiffe provenant d'une détérioration du joint entre la coiffe et la barre depuis que ce procédé d'application d'une coiffe à une température élevée a été adopté. Depuis cette époque, plus de 1200 jours d'essais des barres ont été enregistrés sans aucune défaillance de coiffes. En contraste avec ce résultat, le nombre moyen de durée dans les essais était de 50 jours avant que le présent procédé à haute température ait été adopté.

La qualité des joints de la coiffe avec la barre a maintenant été améliorée par ledit procédé à haute température au point que ces joints dureront aussi longtemps que les barres, excepté bien entendu lorsqu'il se produit des circonstances anormales, surchauffe de la cuve ou charge très élevée qui entraînent la fusion de la coiffe.

TABLEAU 1

Coiffes essayées à haute température

N° des coiffes	Durée du service des coiffes : en jours	
	Coiffes saines	Coiffes défaillantes**
1	254	—
2	199*	—
3	236*	—
4	229	—
5	—	157
6	153*	—
7	221	—
8	221	—
9	185	—
10	—	78
11	1*	—
12	152*	—
13	172	—
14	—	65
15	137	—
16	137	—
17	22*	—
18	29	—
19	118	—
20	12*	—
21	8	—
22	26	—
23	—	16
24	—	16

* Ces coiffes ont été retirées du service, à l'âge indiqué, en raison d'une défaillance de la barre.

** Ces défaillances de la coiffe sont dues effectivement à la fusion de cette coiffe provenant d'un chauffage anormal dans le creuset d'essai ou dans la cuve.

On doit noter que la coiffe métallique peut être appliquée à la barre de substance dure réfractaire de toute façon appropriée. La fusion peut être effectuée *in situ*, comme on l'a décrit plus haut, les pièces métalliques étant placées sur le sommet de la barre réfractaire et l'ensemble étant chauffé à la température voulue. Il est également possible d'utiliser d'autres procédés, par exemple en faisant fondre le métal de la coiffe dans un creuset séparé et en le versant sur la barre dure réfractaire convenablement chauffée.

Dans la pratique, après que les barres en substance dure réfractaire ont reçu une coiffe, elles doivent être fixées, à l'extrémité de la coiffe, à des tiges pour leur réunion au système omnibus qui fournit la puissance dans la cuve de réduction. Cette opération est décrite comme « une mise sur tige ». Les tiges peuvent être faites de tout métal électriquement conducteur approprié mais pratiquement, elles sont

faites d'aluminium ou bien du même métal que la coiffe. La fixation de la tige sur la barre coiffée peut se faire d'une quantité de façons. Un procédé qui s'est montré très efficace et peu coûteux consiste à couler les tiges sur les coiffes tandis que celles-ci sont en train de refroidir après la mise en place de la coiffe. Les barres qui doivent être employées dans les creusets de réduction peuvent être, d'une façon courante, montées sur tige en coulant simultanément la tige sur la coiffe avant que le métal de celle-ci ne se solidifie. Quand la barre doit être utilisée dans les creusets ayant des cathodes à leur entrée supérieure, la tige est coulée sur la coiffe à 90° par rapport à l'axe de la barre. Dans d'autres cas, pour les coiffes en cuivre et les barres en cuivre, on peut utiliser un poste de soudure SIGMA pour fixer la tige à la coiffe.

Un autre procédé pour réunir la barre de substance dure réfractaire avec sa coiffe à un système omnibus est d'employer un élément d'assemblage flexible et dans certains cas une liaison souple de ce type peut être particulièrement désirable. Cette liaison a été représentée dans les dessins par le chiffre 15 à la fig. 4 dans laquelle 11 désigne l'élément en substance dure réfractaire et 16 désigne la coiffe en aluminium fondu ; 17 désigne un conducteur souple comprenant de nombreuses feuilles d'aluminium. Un procédé actuellement employé pour réunir un conducteur souple à une barre de métal dur réfractaire consiste à souder l'extrémité du conducteur souple à la coiffe en métal qui a été fondue sur l'extrémité de cette barre. Dans un autre procédé, destiné à supprimer l'opération de soudure, la coiffe en aluminium est fondue sur le haut de l'élément en métal dur réfractaire comme on l'a déjà décrit et, avant que l'aluminium ne se solidifie, une extrémité du conducteur souple qui a été chauffée au préalable est plongée dans cet aluminium en fusion. On permet ensuite à l'ensemble de se refroidir comme on l'a dit plus haut.

Dans les essais mécaniques des joints fabriqués selon le procédé décrit, l'élément en substance dure réfractaire et la coiffe en métal fondu sont placés dans un châssis d'essais dans lequel l'ensemble est supporté près de son extrémité et reçoit une charge au joint par l'intermédiaire d'un bélier hydraulique. Le module de rupture est ensuite calculé d'après la force nécessaire pour briser le joint et la longueur de l'écartement. Dans tous les cas, on a constaté que ce système se brisait dans le corps en substance dure réfractaire, indiquant par là clairement que le joint est plus résistant que la partie de la substance dure réfractaire voisine de ce joint.

Dans les essais électriques, la chute de tension au joint, avec un courant de 700 ampères, est mesurée avec un appareil approprié, par exemple un potentiomètre. La résistance au joint peut être calculée d'après la chute de tension dans le courant. Pour déterminer cette chute de tension au joint, on a employé une méthode de mesure de tension transver-

sale dans laquelle les chutes de tension étaient mesurées à des intervalles croissant de 1,27 cm pendant la traversée de l'élément en substance dure réfractaire et de la coiffe métallique coulée depuis chaque extrémité, à l'emplacement du joint. La chute de tension à chaque mesure transversale est alors figurée graphiquement par rapport à la distance au joint et la différence (perte de tension au joint) entre les deux traverses à l'emplacement du joint est mesurée. Avec cette méthode pour déterminer la perte de tension au joint, on a constaté que les joints produits par le procédé décrit n'avaient aucune résistance importante. Ces résultats indiquent que l'on a obtenu un contact par mouillage complet ou très sensiblement complet entre l'élément en substance dure réfractaire et la coiffe en métal.

REVENDEICATION I

Procédé pour assembler un métal conducteur de l'électricité avec un élément fait d'une substance dure réfractaire, caractérisé en ce que l'on met en contact au moins une partie de l'élément avec le métal conducteur en fusion à une température suffisante pour produire le mouillage sensiblement complet de cette partie de l'élément par le métal en fusion.

SOUS-REVENDEICATIONS

1. Procédé selon la revendication I, caractérisé en ce que l'élément est constitué essentiellement par du diborure de titane ou du carbure de titane.

2. Procédé selon la revendication I, caractérisé en ce que le métal conducteur est de l'aluminium et en ce que la température est comprise entre 1250° C et 1500° C.

3. Procédé selon la sous-revendication 2, caractérisé en ce que la température est comprise entre 1300° C et 1500° C.

4. Procédé selon la sous-revendication 2, caractérisé en ce que la température est comprise entre 1400° C et 1450° C.

5. Procédé selon la revendication I, caractérisé en ce que le métal conducteur est du cuivre et la température est comprise entre 1800° C et 1900° C.

6. Procédé selon la sous-revendication 5, caractérisé en ce que de l'hydrogène est amené à barboter dans le cuivre en fusion.

7. Procédé selon la revendication I, caractérisé en ce que le métal conducteur est du fer et en ce que la température est comprise entre 1555° C et 1600° C.

8. Procédé selon la revendication I, caractérisé en ce qu'au moins la partie en contact de l'élément et le métal conducteur sont chauffés ensemble à la même température.

9. Procédé selon la sous-revendication 8, caractérisé en ce que le métal conducteur est initialement à l'état solide et en ce qu'il est amené à l'état de fusion en contact avec ladite partie de l'élément.

10. Procédé selon la sous-revendication 8, caractérisé en ce que le chauffage de la partie de l'élément

et du métal conducteur s'effectue dans une atmosphère inerte.

11. Procédé selon la revendication I, caractérisé en ce que la partie en contact de l'élément en est une 5 partie terminale.

12. Procédé selon la sous-revendication 11, caractérisé en ce que l'élément est installé dans un moule pour la formation de la coiffe, ladite partie terminale étant à découvert.

10 13. Procédé selon la sous-revendication 12, caractérisé en ce que le moule pour la formation de la coiffe avec l'élément installé dans ce moule et le métal conducteur en contact avec ladite partie terminale sont installés dans un four de chauffage et 15 chauffés jusqu'à la température du mouillage, puis en ce que le moule, l'élément et le métal conducteur sont laissés refroidir jusqu'à une température de solidification du métal conducteur et en ce qu'ils sont ensuite transportés dans un four de refroidissement 20 qui est chauffé à une température qui est sensiblement la même que ladite température donnée à l'avance et est construit de façon à retarder la vitesse de refroidissement de la partie du métal conduc-

teur qui est éloignée de l'extrémité de l'élément par rapport au refroidissement de la partie voisine de 25 l'élément.

14. Procédé selon la sous-revendication 13, caractérisé en ce que la température fixée à l'avance est de l'ordre de 800° C.

REVENDICATION II 30

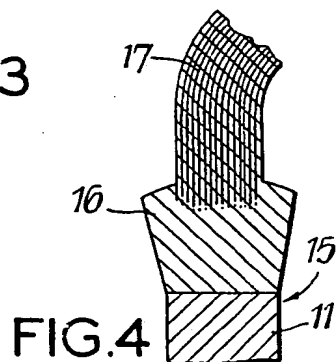
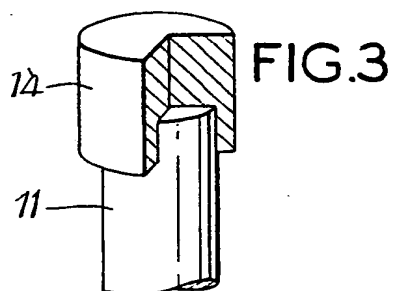
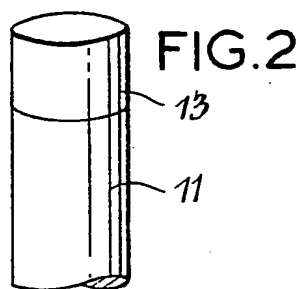
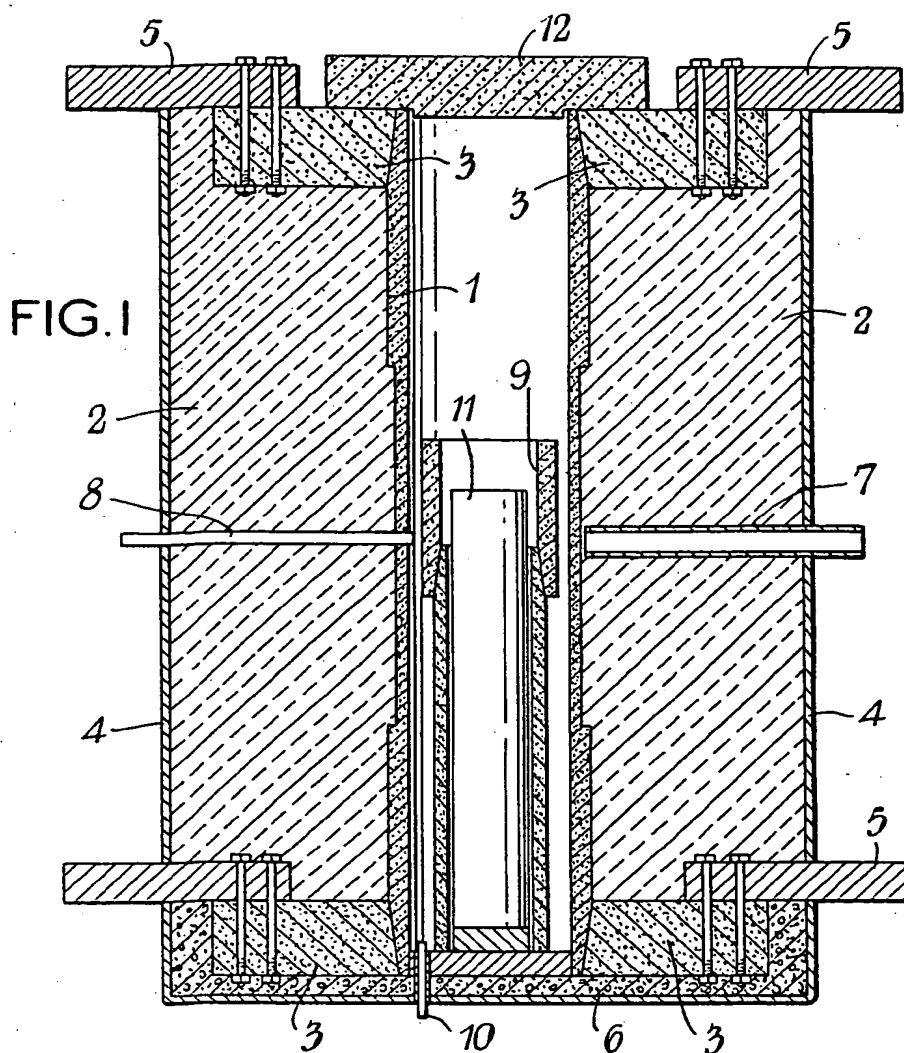
Assemblage d'un élément en une substance dure réfractaire et d'un métal électriquement conducteur obtenu par le procédé selon la revendication I, caractérisé en ce que le métal conducteur coiffe l'élément. 35

SOUS-REVENDICATION

15. Assemblage selon la revendication II, ayant la forme d'une barre et constitué par un élément comprenant du diborure de titane ou du carbure de titane et coiffé d'aluminium, caractérisé par une faible 40 formation de $TiAl_3$ aux faces intérieures du contact élément-métal et par la présence de composés intermétalliques à ces faces intérieures sous la forme de cristaux angulaires bien formés.

The British Aluminium Company Limited

Mandataires : Dériaz, Kirker & Cie, Genève



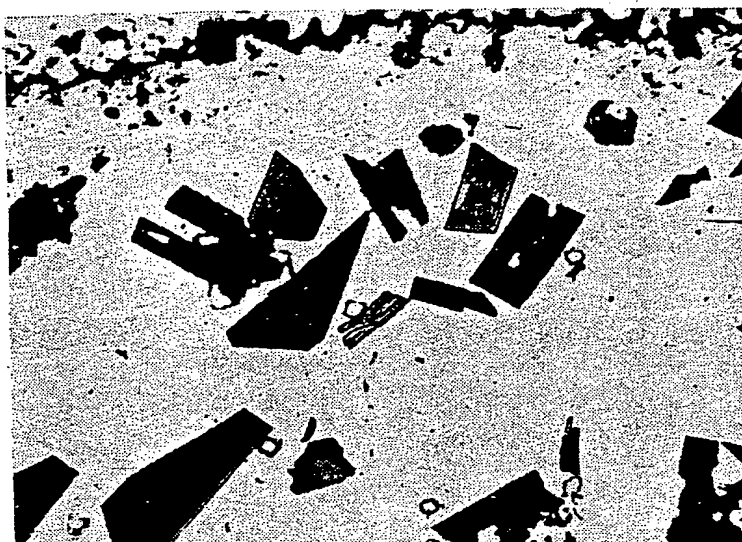


FIG.5